

PAT-NO: JP402206139A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02206139 A

TITLE: CONNECTION STRUCTURE OF SEMICONDUCTOR  
ELEMENT

PUBN-DATE: August 15, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONO, TAKAHIDE

OTSUKA, HIROAKI

OZEKI, YOSHIO

WATANABE, KEISUKE

KANAMORI, TAKASHI

IGUCHI, YASUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIPPON STEEL CORP

N/A

OKI ELECTRIC IND CO LTD

N/A

APPL-NO: JP01027298

APPL-DATE: February 6, 1989

INT-CL (IPC): H01L021/60

US-CL-CURRENT: 438/537, 438/FOR.357

## ABSTRACT:

**PURPOSE:** To follow a thermal strain by a method wherein a direction in which a stress by the thermal strain is caused is aligned with a direction in which a restoring capacity of a superelastic bump is high.

**CONSTITUTION:** Metal electrodes (Al) 4 are formed on a semiconductor element

1; pillar-shaped single-crystal superelastic bumps 6 composed of a Cu-Al-Ni alloy are bonded to them after an orientation of the Cu-Al-Ni alloy has been set to [011] so as to be aligned with a direction in which a stress by a thermal expansion is anticipated. Since the directions of the stress by the thermal expansion are shown by the arrows, a crystal orientation [011] of the bumps is arranged so as to be aligned with them. Since the direction in which the stress by a thermal strain is aligned in a direction in which a capacity of a superelastic effect of the superelastic alloy bumps is high, it is possible to follow the remarkable thermal strain.

**COPYRIGHT:** (C)1990,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-206139

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)8月15日

H 01 L 21/60

3 1 1 S

6918-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体素子接続構造

⑯ 特 願 平1-27298

⑰ 出 願 平1(1989)2月6日

⑱ 発 明 者 大 野 恭 秀 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内

⑲ 発 明 者 大 塚 広 明 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内

⑳ 発 明 者 大 関 芳 雄 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内

㉑ 発 明 者 渡 辺 敬 介 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

㉒ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉓ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

㉔ 代 理 人 弁理士 大関 和夫

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体素子接続構造

## 2. 特許請求の範囲

半導体素子の金属電極と、実装基板の間に、超弾性合金からなる突起電極(パンプ)を、前記半導体素子の金属電極と実装基板の間に生ずる熱応力を緩和するように、超弾性効果の能力の高い方向を合わせて、単独または、組み合わせて形成し、加圧または、接合により接続させたことを特徴とする半導体素子接続構造。

## 3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、ICチップに代表される半導体素子と実装基板の接続構造に関するものである。

[従来の技術]

従来の半導体素子のパンプによる接続方法の概略構造を第5図に示す。図中の1は半導体素子、2は配線基板、3は半導体素子または配線基板に構成されたはんだパンプ、4は半導体素子1と配

線基板2の電極であり、A-Aは半導体素子の中心を示している。

接続は、はんだパンプ3を加熱溶融することにより行われ、一括接続であるため、ワイヤ接続方法に比べて作業性に優れ、またワイヤ接続及びTAB(TAPE AUTOMATED BONDING)方法の如く、電極配置が半導体素子の周辺に限定されるものと比較して、大幅に接続端子数を増やすことができるという特徴を持っている。

しかしながら、この方法では、温度変化により、第6図に示すような半導体素子1と配線基板2との熱膨張差による寸法ずれBが起ころいはんだパンプ3にせん断歪が生じ、接続信頼性が低下する。せん断歪は、はんだパンプ3と半導体素子1の中心との距離の増加とともに増大するため、はんだパンプ3の許容し得るせん断歪量からはんだパンプ3を配置できる領域が制限され多端子化ならびに大面積の半導体素子への適用が困難であった。また、熱歪による応力が作用する方向は、実装基板の形状が第2図に示すような場合、図中の矢印

の方向となる。

このはんだパンプのせん断歪を低減させる手段として、半導体素子と熱膨張係数の近い実装基板を用いる方法が考えられるが、実装基板材料が限定されてしまうため、熱膨張係数の異なる材質の半導体ICを混載することができない等の欠点がある。一方はんだパンプの高さを高くしてせん断歪を低減させる手段が提案されている。この手段としては、ポリイミドフィルムで支持したはんだパンプを重ねることにより、多段パンプを形成する方法（特開昭62-293730号公報）があるが、この方法では、はんだパンプを積み重ねるため、必要部材の増加、製造工数増加にともなう価格上昇という問題がある。

また、第7図は、はんだパンプを圧力で接触させて電気的接続を得る半導体素子接続構造である。第7図において、半導体素子1と実装基板2のそれぞれの電極4上にははんだパンプ3が形成されている。このはんだパンプ3には樹脂5の硬化時の収縮力により圧力が加わり、はんだパンプ3同

士が機械的に接触し電気的接続が得られる。

しかしながら、この接続構造でははんだパンプ3の高さがばらつくと電気的接続が得られない箇所が生ずる。また、樹脂5の膨張係数ははんだパンプに比べて大きいと、温度変化が生じると圧力が弱まり、はんだパンプ3の接触が不安定になるので、接続信頼性に欠けるという問題があった。  
〔発明が解決しようとする課題〕

本発明では、上記の如き半導体素子と実装基板の間に生じる大きなせん断歪み、パンプ高さのばらつき及び、樹脂の熱膨張による圧力変動に対して電気的接続の信頼性が高く、しかも微細な接続が可能で安価な半導体素子接続構造を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段および作用〕

本発明は、半導体素子の金属電極と、実装基板の間に、超弾性合金からなる突起電極（パンプ）を前記半導体素子の金属電極と実装基板の間に生ずる熱応力と、超弾性効果の能力の高い方向を合わせて、単独または、組み合わせて形成し、加圧

3

または、接合により接続させたことを特徴とする半導体素子接続構造を要旨とするもので、熱歪によって応力の生じる方向と超弾性合金パンプの超弾性効果の能力の高い方向を合わせることににより著しい熱歪に対しても追従できるようにしている。

熱歪による応力が作用する方向は、実装基板が第2図に示した形状の場合、図中の矢印の方向で著しいので、この方向に超弾性効果の能力の高い方位を合わせる。また、第7図に示すように半導体素子と実装基板をパンプにより接続した後、樹脂の硬化時の収縮力によって素子と基板を接続する方法においては、樹脂の熱膨張係数が大きいと温度変化が起きて樹脂の収縮圧力が弱まって半導体素子に対して垂直方向に超弾性効果の能力の高い方位の単結晶を組み合わせれば、超弾性効果による伸びで、垂直方向の熱歪に追従できる。

半導体素子側の金属電極、実装基板への超弾性合金の接合及び、同種または異種の超弾性合金同士の接合は、はんだまたは加熱超音波法を用いる

4

ことにより行う。超弾性効果の能力の高い方位として、Cu-Al-Niでは[011]方向、Ti-Niでは[111]方向、Ni-Alでは[001]方向、Ag-Cdでは[011]方向、Cu-Zn-Caでは[011]方向等を選ぶ。単結晶の作製は、例えば、種結晶からのエピタキシャル成長で、また集合組織の利用では例えば伸線材を使う。

このように、半導体素子と実装基板の熱膨張係数が著しく異なる場合でも、半導体素子用接続パンプとして、熱歪による応力が生じる方向と超弾性効果の能力の高い方向とを一致させた超弾性合金を単独、または組み合わせて使うことにより、熱変形歪に対しても超弾性変形を含めた弾性変形のみで補うことができ、外部歪に柔軟に追従してパンプ材が破断しない信頼性の高い接続が実現できる。

〔実施例〕

次に、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

実施例1

5

6

第1図は、接続パンプが構成された半導体素子の断面を示す。図中の1は半導体素子、2は実装基板、4は金属電極、6は単結晶超弾性パンプを示す。

本発明の接続パンプ構成法を説明する。

1は半導体素子上に、金属電極(Al) 4を形成し、その上に柱状のCu-Al-Ni合金からなる単結晶超弾性パンプ6を熱膨張による応力の予想される方向に合わせて、前記Cu-Al-Ni合金の方位が[011]となるように設定してから、はんだにより接合する。膨張による熱応力の方向は、実装基板の構造にもよるが、第2図に示すような構造の場合、熱応力の方向は図中の矢印の方向であるため、パンプの結晶方位[011]をこれに合わせて第3図のように配置する。第2図中の破線は、半導体素子の置かれる位置を示している。同時に、配線基板にも同様の方法で接合する。なお、Cu-Al-Ni合金の組成は、室温以上の温度で超弾性を示すCu-14wt%Al-4wt%Niを選んでいる。このような構造にすることにより、本超弾性パンプは、水平方

向のせん断歪で10%の弾性変形を有し、0～150℃の温度サイクルを1000回繰り返しても電気的接触は維持された。

#### 実施例2

第4図(a)、(b)に、単結晶超弾性パンプを組み合わせて使用する場合の実施例を示す。1は半導体素子、2は実装基板、4は金属電極、6と7は超弾性パンプである。1のシリコン基板上に、金属電極(Al) 4を形成し、その上に柱状の[011]単結晶Cu-Al-Ni合金からなる超弾性パンプ6を第3図に示したように水平方向の膨張による熱応力の予想される方向に接合、形成する。Cu-Al-Ni合金の組成は、室温以上の温度で超弾性を示すCu-14wt%Al-4wt%Niを選んでいる。また、2の配線基板上にも同じ成分の単結晶超弾性パンプ6を同様に接合、形成する。両超弾性合金の間に柱状の[111]単結晶Ti-Ni合金7を第4図(a)に示すように[111]方向が半導体素子に垂直となるように置き、第4図(b)に示すように各パンプ同士が接触するようにして樹脂5により接合する。Ti-Ni合金

7

8

の組成は、室温以上の温度で超弾性を示すTi-50.5at%Niを選んでいる。このような構造にすることにより、このパンプは、半導体素子に対して水平方向のせん断歪で10%、垂直方向のせん断歪で12%の弾性変形を有し、いずれの方向の熱歪に対しても、電気的接続の信頼性が高い半導体素子接続構造が実現できた。本構造を用いて0～150℃の温度サイクルを1000回繰り返しても、電気的接触は維持された。

#### 〔発明の効果〕

以上の如く本発明は、半導体素子接続用パンプとして、単結晶の超弾性合金、または集合組織など特定の結晶方位を持つ超弾性合金を単独または、組み合わせて使用し、熱歪による応力の生ずる方向と超弾性パンプの回復能力の高い方向を合わせることにより著しい熱歪に対しても追従できることを特徴としている。本パンプを用いて、半導体素子と基板電極を接続することにより、温度変化で生じる熱歪による破断とパンプ高さのばらつきに対して信頼性の高い半導体素子の接合が可能と

なった。

#### 4. 図面の簡単な説明

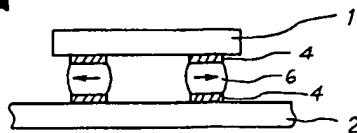
第1図と第4図は、単結晶超弾性パンプを単独および組み合わせて用いた場合の半導体素子接続構造の断面図であり、図中の矢印は超弾性効果の能力の高い単結晶の結晶方位を示す。第2図は、金属電極と半導体素子の置かれる位置を示す平面図、第3図は、半導体素子の電極位置に付けたパンプの配置と単結晶の方位を示す平面図である。第5図～第7図は、従来のはんだパンプにより接続された半導体素子と配線基板の断面図であり、第5図は、正常の状態を示す説明図、第6図は、温度変化により配線基板が膨張し、パンプにせん断歪みが導入された様子を示す説明図、第7図は、はんだパンプを圧力で接触させて、樹脂で固めた場合の半導体素子構造の断面図である。

1…半導体素子、2…実装基板又は配線基板、3…はんだパンプ、4…金属電極、5…樹脂、6、7…単結晶超弾性パンプ。

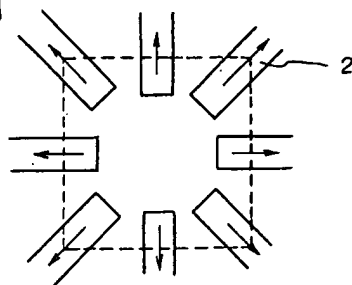
9

10

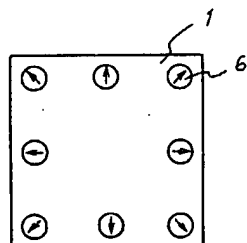
第 1 図



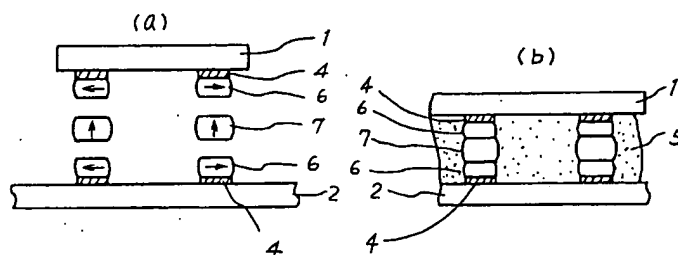
第 2 図



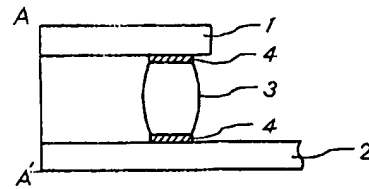
第 3 図



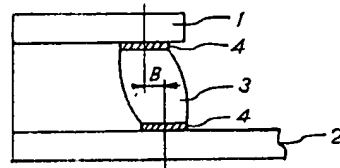
第 4 図



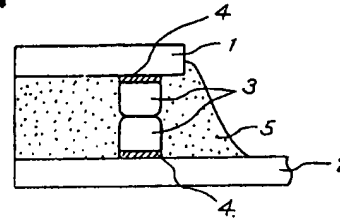
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 1 頁の続き

②発 明 者	金 森	孝 史	東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 12 号	沖電気工業株式会社内
②発 明 者	井 口	泰 男	東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 12 号	沖電気工業株式会社内